

*»Es wird immer Prozesse geben,  
die unsere Modelle  
nicht explizit erfassen«*

Für den Atmosphärenforscher Ulrich Achatz stellt Unsicherheit in der Wettervorhersage und der Klimaforschung eine der zentralen wissenschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit dar.

Schwerewellen mit den von ihnen verursachten Eiswolken in der höheren Atmosphäre sind eines der zentralen Forschungsfelder von Prof. Ulrich Achatz. Ihre Rolle beim Klima ist noch weitgehend unklar.

Extremwetterlagen niemanden überraschen. Allerdings ist es bislang in Bezug auf den Niederschlag nicht gelungen, eine Häufung statistisch nachzuweisen. Ob und bis wann uns ein solcher Nachweis gelingt, ist derzeit nicht abzusehen.

**Nun ist ja Wetter nicht gleich Klima. Erklären Sie doch bitte den Unterschied zwischen beiden.**

Wetter ist der zeitliche Verlauf der Messgrößen Temperatur, Windgeschwindigkeit und so weiter, der an vielen verschiedenen Orten gemessen, betrachtet und vorhergesagt wird. Beim Klima interessieren wir uns dagegen für Statistik, da geht es also nicht darum, wie viel Grad wir in Frankfurt am 1. Oktober 2018 haben, sondern wir möchten wissen, wie hoch beispielweise im langjährigen Mittel die Oktobertemperaturen im Rhein-Main-Gebiet sind.

**Wieso kann man Klima vorhersagen, wenn schon die Wettervorhersagen nach einigen Tagen ungenau werden?**

Die Ungenauigkeit von Wettervorhersagen ist nicht nur durch die Qualität von Messungen und Berechnungen bedingt, sondern hat auch einen ganz tief liegenden Grund: Die Atmosphäre ist ein nichtlineares System, in dem kleine Störungen über eine gewisse Zeit zu sehr großen Veränderungen führen können. Andererseits ist Klima, wie gesagt, eine statistische Größe, da geht es nicht darum, auf den Punkt vorherzusagen, dass es einen Sturm gibt, sondern es geht darum, zu berechnen und zu verstehen, wie viele Stürme es im Jahresmittel gibt, wie hoch die Temperaturen im Jahresmittel sind und so weiter.

**Nachdem in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts Anzeichen für eine globale Erwärmung registriert wurden, wurde lange Zeit darüber diskutiert, ob diese Erwärmung auf den Einfluss des Menschen zurückzuführen ist. Wie haben Sie diese Entwicklung erlebt, und inwiefern beruhen die Kontroversen auf Unsicherheiten – sowohl in den verwendeten Klimamodellen als auch in den Messungen, die in die Klima-Berechnungen eingehen?**

Meine Kollegen und ich betreiben Grundlagenforschung, indem wir uns

mit Mechanismen im Klimasystem beschäftigen – die teilweise politische Debatte über den Klimawandel ist nicht unsere Kernkompetenz. Aber ich würde sagen, dass in dieser Debatte die Motivationen unterschiedlich sind. Neben der sicherlich unerlässlichen wissenschaftlichen Diskussion über Möglichkeiten und Grenzen eines Nachweises und über die Vorhersagbarkeit des Klimawandels gibt es leider viele Klimaskeptiker, die den anthropogenen Klimawandel und entsprechende wissenschaftliche Erkenntnisse negieren. Sie nehmen ihre eigenen Interessen als wichtiger wahr, seien sie wirtschaftlicher Art oder mögen sie auf persönlichen Überzeugungen beruhen. Da dürften ihnen die mit der Klimaforschung verbundenen Unsicherheiten ein willkommener Aufhänger gewesen sein, die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Klimaforscher zu bezweifeln.

**Was entgegnen Sie einem Klimaskeptiker, der einwendet, die Modelle seien so ungenau, dass man gar nicht sicher sein kann, ob es überhaupt einen anthropogenen Effekt gibt?**

Nach allem wissenschaftlichen Ermessen wird der Klimawandel derzeit beobachtet: Die fünf wärmsten Jahre seit der Aufzeichnung von Klimadaten haben alle seit 2010 stattgefunden, 2016 war sogar das wärmste Jahr überhaupt, immer bezogen auf die global gemittelte Bodentemperatur. Die Eiskappen Grönlands und der Antarktis haben massiv abgenommen. Gletscher in den Alpen und anderen Gebirgen sind auf dem Rückzug, das kann jeder bestätigen, der dort Urlaub macht. Außerdem zeigen Satellitenbeobachtungen, dass der Frühjahrsschnee auf der Nordhalbkugel in den letzten fünf Jahrzehnten stark abgenommen hat. Durch natürliche Variabilität sind all diese Symptome kaum zu erklären. Und umgekehrt: Wenn wir in unseren Klimamodellen den anthropogenen Effekt abschalten, wenn wir also den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre auf dem Niveau des vorindustriellen Zeitalters lassen, dann findet der Klimawandel in unseren Simulationen praktisch nicht mehr statt. Dieser Zusammenhang hat wesentlich dazu beigetragen, dass die Menschen größeres Vertrauen in die Realität des Klimawandels und seine Ursachen bekommen haben.

**Dr. Stefanie Hense:** Seit wann nutzt der Mensch nicht mehr Bauernregeln und Wetterfrösche zur Wettervorhersage, sondern Computermodelle?

**Prof. Ulrich Achatz:** Schon Aristoteles versuchte im vierten vorchristlichen Jahrhundert, atmosphärische Prozesse zu erklären; Messinstrumente, welche die Grundlage dafür liefern, wurden vom 15. Jahrhundert an entwickelt. Das erste Buch über numerische Wettervorhersage hat 1922 der britische Meteorologe Lewis Fry Richardson verfasst. Er hatte natürlich noch keine Computer für seine Rechnungen, aber er hat beschrieben, wie man prinzipiell an einem bestimmten Ort das Wetter vorhersagen könnte, indem man Informationen von umgebenden Orten einbezieht.

**Gefühlt treten mehr meteorologische Extremereignisse auf: Überschwemmungen infolge heftiger Regenfälle, das wärmste Frühjahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen, Hitzewellen im Sommer, Hurrikane in Amerika. Können Klimamodelle erklären, dass das Wetter anscheinend »verrückt spielt«?**

Zumindest ist es aus meteorologischer Sicht plausibel, dass aufgrund des Klimawandels Stürme und Hitzewellen zunehmen: Je wärmer die Atmosphäre ist, desto mehr Feuchtigkeit kann sie aufnehmen. Und je mehr Feuchtigkeit in der Luft ist, desto mehr Dynamik kann die Atmosphäre entwickeln. Insofern sollten



Juli 2017



Juli 2018

Diese Satellitenaufnahme der NASA zeigt, wie der heiße trockene Sommer 2018 die Erdoberfläche braun gefärbt hat. Das Bild oben ist im Juli 2017 aufgenommen, das Bild unten ein Jahr später.

## Ganz allgemein gesprochen: Was können Klimamodelle erklären, was nicht?

Was die Modelle sehr gut erklären können, ist die anhaltende Zunahme der globalen Temperatur am Boden und eine entsprechende Abnahme in der Atmosphäre oberhalb von etwa 15 km. Außerdem können sie, wie gesagt, zeigen, dass für diesen Prozess der Beitrag des Menschen entscheidend ist. Den lokalen und regionalen Klimawandel geben die Modelle bislang hingegen nur unzureichend wieder.

## Wie lässt sich die Qualität eines Klimamodells überprüfen?

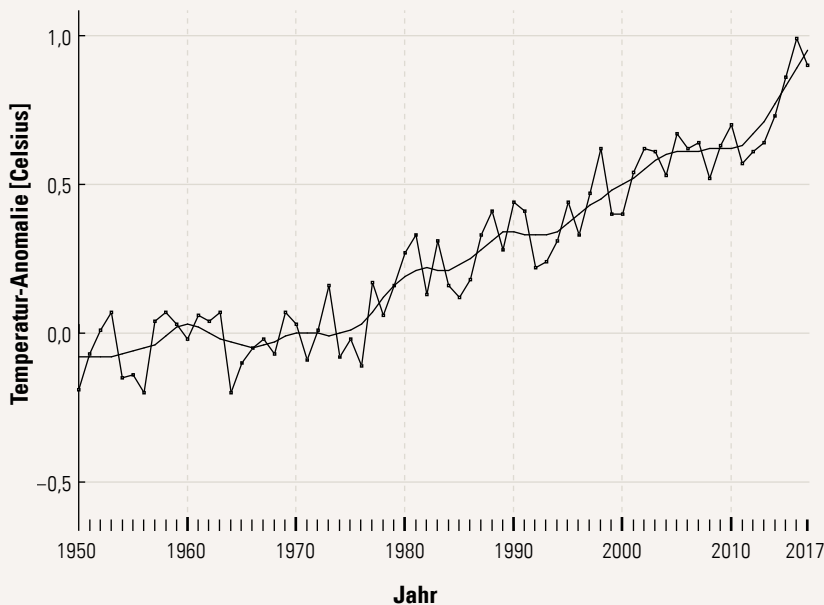
Sie können die Ergebnisse des Klimamodells mit den gemessenen Klimadaten vergleichen und überprüfen, ob das jeweilige Modell das gemessene Klima reproduzieren kann. Dabei kann man auch das Paläoklima betrachten, also das Klima in der erdgeschichtlichen Vergangenheit, was eine größere Herausforderung ist, weil viel weniger Messdaten vorliegen. Außerdem kann man versuchen, Modelle, die für eine bestimmte Region entwickelt wurden, mit den Parametern einer anderen Region zu betreiben. Im Idealfall können sie dann auch die Klimaverhältnisse dieser zweiten Region wiedergeben.

## Was müsste an Klimamodellen prinzipiell noch verbessert werden?

Prozesse, die auf kleinen räumlichen Skalen ablaufen, die sich also auf Gebieten unterhalb typischer Auflösungen von Klimamodellen erstrecken, werden in diesen bislang nur unzureichend berücksichtigt – zum Beispiel Niederschläge, das heißt alles, was mit Wolken zu tun hat. Aber auch kleinskalige Luftbewegungen wie etwa Turbulenzen und atmosphärische Wellen stellen riesige Herausforderungen an die Wissenschaft und werden uns noch über viele Jahrzehnte beschäftigen. Entsprechende Fortschritte sind der Schlüssel zu einer Vorhersagbarkeit regionaler Klimaänderungen.

Reicht es aus, in den nächsten Jahren und Jahrzehnten immer leistungsfähigere Computer einzusetzen und die Klimamodelle mit immer genaueren

## Globaler Land-Meer-Temperatur-Index



Die Grafik illustriert, wie sich die Temperatur an der Erdoberfläche im Vergleich zu den mittleren Temperaturen in den Jahren 1951 bis 1980 verändert hat. 17 von 18 der wärmsten Jahre während der Aufzeichnungsperiode von 136 Jahren fallen in die Zeit nach 2001. Einzige Ausnahme ist 1998. Das Jahr 2016 ist das wärmste bisher.



### Zur Person

**Prof. Ulrich Achatz**, Jahrgang 1963, ist Leiter der Arbeitsgruppe »Theorie der atmosphärischen Dynamik und des Klimas«. Seine Forschungsschwerpunkte sind innerhalb der Atmosphärendynamik alle Fragen, die im Bezug zur Wechselwirkung kleinskaliger Prozesse mit von Wetter- und Klimamodellen aufgelösten Luftströmungen stehen. Für ihn sind Unsicherheiten in der Klima- und Wettermodellierung höchst spannend, und ihre schrittweise Reduktion ist eine der zentralen wissenschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit.

[achatz@iau.uni-frankfurt.de](mailto:achatz@iau.uni-frankfurt.de)

Messwerten zu »füttern«, oder muss man sich mit manchen Unsicherheiten einfach abfinden?

Es ist ein Irrglaube zu denken, wenn die Gleichungen eines Klimamodells bekannt sind, dann müssen sie nur noch mit immer leistungsfähigeren Computern gelöst werden. Tatsächlich werden wir nie in der Lage sein, auf einer Nanoskala das Wetter und das Klima zu simulieren. Es wird immer Prozesse geben, die unsere Modelle nicht explizit erfassen und deren Wirkung ersatzweise durch sogenannte Parametrisierungen berücksichtigt werden muss. Gerade das macht unser Fach aber auch spannend.

Sie haben ja zunächst in Astronomie promoviert, haben sich dann aber 2006 für Atmosphärenphysik, also Klimaforschung habilitiert. Was hat Sie zu diesem Wechsel gebracht?

Der Wechsel war ein Stück weit Zufall: Nach meinem Diplom in Physik und der Promotion in Astronomie habe ich Anfang der 1990er Jahre nach einer langfristigen Perspektive gesucht und mich auf die Stellenanzeige eines Instituts für Atmosphärenphysik beworben. Diese Stelle habe ich dann tatsächlich bekommen und angenommen, und das habe ich nie bereut. Die Herausforderung in diesem Feld besteht ja darin, Theorie so zu entwickeln, dass sie mit den verfügbaren Messdaten im Einklang steht und das Ergebnis neuer Messungen antizipieren kann. Das hat mich gereizt und reizt mich nach wie vor – zumal in der Atmosphärenwissenschaft doch deutlich mehr Messungen vorliegen als in der Astronomie. Zu wissen, dass ich dabei Fragen von gesellschaftlicher Relevanz nachgehe, gibt mir natürlich zusätzlich ein gutes Gefühl.

Das Interview führte Dr. Stefanie Hense.



### Die Autorin

**Dr. Stefanie Hense**, 48, ist freie Wissenschaftsjournalistin. Sie studierte Physik in Marburg und promovierte in Karlsruhe. Die ehemalige FAZ-Redakteurin schreibt für das Uni-Journal der Philipps-Universität Marburg sowie für den Uni-Report und das GoetheSpektrum der Goethe-Universität.

[stefanie\\_hense@web.de](mailto:stefanie_hense@web.de)